

УДК 675.026.4

*О.М. Загорулько, студент гр. ПБ-91мп*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ЛАЗЕРНОГО МАРКУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ**

**Анотація.** В статті розглядається автоматизація лазерного маркувального комплексу. Визначається роль лазерної обробки у виробництві, можливості цього моделювання та його особливості.

**Ключові слова:** виробництво, лазер, маркування, маркувальний комплекс, гравіювання.

### **ВСТУП**

На сьогоднішній день лазерні технології застосовуються в багатьох сферах діяльності людини, в більшості галузей промисловості, а також у телекомунікаціях, науці, медицині, екології, культури, військовому справі. Настільки великий перелік сфер застосування лазерних технологій обумовлює необхідність великого різноманіття видів лазерів. Більш ніж за п'ятдесят років, протягом яких лазери активно використовуються в різних областях діяльності людини, були винайдені газові, рідинні, твердотільні, ексімерні, лазери на парах металів та інші. Однак очевидно, що сфер застосування лазерів набагато більше, ніж їх видів. Отже, для виконання конкретного завдання необхідно проаналізувати безліч факторів як технічних, так і економічних, і на підставі аналізу зробити висновок про те, наскільки вигідно застосовувати лазерні технології, який вид лазера доцільно використовувати і якими параметрами він повинен володіти для вирішення поставленого завдання.

### **ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ**

Технічні характеристики лазерного маркувального комплексу повинні забезпечити процеси маркування й гравіювання конструкційних матеріалів. економічна доцільність тут очевидна: лазерна обробка матеріалів відрізняється точністю на мікронному рівні, великою швидкістю виконання операцій і можливістю повністю автоматизувати процес, тим самим виключивши людський фактор. Однак завдання оптимізації параметрів лазера є однозначною і вимагає детального розгляду.

Лазерна технологічна установка є складною системою, що складається з набору підсистем. Параметри пучка випромінювання на виході лазера, необхідні для реалізації певного впливу на поверхню оброблюваного матеріалу - це результат всіх процесів, що відбуваються всередині лазерної установки. Тому параметри вихідного випромінювання в значною мірою залежать від роботи кожної підсистеми установки.

На основі результатів аналізу процесу обробки конструкційних матеріалів в випарувальному режимі і на основі результатів аналізу здійснюється вибір типу випромінювача, вибір різних технічних рішень компоновки лазерного комплексу, а також оптимізація параметрів процесу лазерної обробки конструкційних матеріалів.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНОЇ РОБОТИ**

В результаті огляду інформаційних джерел для виконання операцій маркування конструкційних матеріалів був обраний волоконний лазерний випромінювач, а також був визначений ряд вимог до тимчасовим, просторовим і енергетичними характеристиками лазерного комплексу. Виходячи з даних вимог, була розроблена компоновка ЛМК: волоконний лазер IPG Photonics YLRM-20 з діодним накачуванням, коллиматором і напівпровідникових трасуючим лазером, що сканує система Raylase Miniscan II - 10, фокусує об'єктив Linos Ronar F-Theta  $f = 163$  мм, електромеханічна вісь (Z) Isel LES-6.

За результатами тестування ЛМК були зроблені наступні висновки:

- залежність вихідної потужності лазерного випромінювання від потужності накачування має лінійний характер.
- значення максимальної потужності, тривалості імпульсу і частоти проходження імпульсів випромінювача відповідають заявленим в специфікації параметрам.
- пучок випромінювання лазера в поперечному перерізі близький до кола, а форма розподілу інтенсивності в перерізі пучка близька до гауссової.
- діаметр плями лазерного випромінювання в фокальній площині об'єктива росте зі збільшенням потужності накачування, проте приріст діаметра плями менш ніж на 10 мкм не впливає на продуктивність і якість маркування.

Перевірка працездатності лазерного маркувального комплексу здійснювалася шляхом проведення операції гравіювання. На основі рішення теплової задачі випаровування стали були розраховані енергетичні, часові і просторові характеристики лазерного випромінювання, що забезпечують виконання даної операції. Була виведена методика теоретичного і експериментального підбору технологічного режиму гравіювання інструментальної сталі.

Для верифікації розрахункових значень був проведений експеримент: розраховане час проведення гравіювання стали на глибину 500 мкм і виконано порівняння його з реальним часом проведення гравіювання. також проводилась гравіювання латунного і титанового зразків. глибина гравіювання і час проведення операції відповідають розрахунковим значенням в межах норми.

За результатами проведеної розрахункової і експериментальної роботи можна зробити наступні висновки.

- Описана мною методика розрахунку технологічного режиму обробки сталевго зразка є коректною, оскільки гарантує збіг розрахункових і експериментальних величин з точністю не більше  $\pm 5\%$ .
- Відхилення розрахункових і експериментальних величин глибини гравіювання для латунного і титанового зразків пов'язано, по-перше, з тим, що глибина гравіювання оцінювалася формулою, що враховує експериментально підібрані параметри гравіювання для сталевго матеріалу. Для отримання більш точних результатів необхідно застосовувати весь алгоритм підбору технологічного режиму обробки даних матеріалів. По-друге, титан відноситься до тугоплавких металів і перевершує сталь за такими властивостями як

температура випаровування, прихована теплота випаровування, що сильно ускладнює гравірувати титан при тієї ж енергії імпульсу.

– Найбільший внесок в ефективність видалення матеріалу шляхом лазерної обробки вносить такий теплофізичний параметр як температуропровідність оброблюваного матеріалу.

– Для того щоб проводити гравіювання шляхом лазерного випаровування таких тугоплавких матеріалів як титан з ефективністю порядку 0.14 мг / с, 84 необхідна енергія імпульсу лазерного випромінювання порядку 1.5 мДж при тієї ж тривалості імпульсу 200 нс.

– Можна використовувати для гравіювання сталевих муфт.[5]

## **ВИСНОВКИ**

На основі результатів проведеного експерименту можна зробити наступні висновки: теплова задача випаровування матеріалу підходить для оцінки параметрів лазерного випромінювання, необхідних для проведення операцій маркування та гравірування. Лазерний маркирующий комплекс володіє всіма необхідними параметрами для ефективного виконання маркування й гравірування конструкційних матеріалів в випарному режимі.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1]Склярів О. К. Волоконно-оптичні мережі та системи зв'язу: навч. посібник. СПб.: «Лань», 2010. 272 с
- [2]Технічна інформація // Отражение света металлами. URL: <http://www.dpva.info/Guide/GuidePhysics/LightAndColor/ReflectionOfTheMetals>.
- [3]Волоконні решітки показателя заломлення та їх застосування / С. А. Васильєв, О. І. Медведков, І. Г. Корольов та ін. // Квант. електроніка. 2005, вип. 35 (12). С. 1085—1103.
- [4]Парфєнов В. А. Лазерна мікрообробка матеріалів: навч. посібник. СПб.: Вид-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011г. 66 с.
- [5]Подольян, О. О. Контроль якості монтажу муфт на магістральний трубопровід [Електронний ресурс] : монографія / О. О. Подольян, Г. С. Тимчик ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 180 с.

*Науковий керівник – к.т.н. доц. Подольян О.О.*